

自閉症者と定型発達者のコミュニケーションの数理モデル

三木大史\* 河野俊寛\*\*

The Mathematical Model of Communication between Persons with Autism Spectrum Disorder and Typically Developed People

Hirofumi Miki Toshihiro Kono

言語の発達に遅れがない自閉症者と定型発達者の間でコミュニケーションが成り立つ場合と成り立たない場合の違いについて、その論理の違いを説明するため、数理論理学の手法を用いた数理モデルを提示する。自閉症者と定型発達者の間のコミュニケーションの実例を挙げて、双方の論理を構築した数理モデルの枠組みで具体的に説明する。コミュニケーションが成り立つ場合と成り立たない場合が起こるのは、双方の論理から導かれる理論の相違によるものであり、それは状況と言語の関係から生じるものである。このことを利用することによって、両者のコミュニケーション成立のための具体的な方法を説明でき、またその新たな方法を考えることができることを明らかにする。

**Key words:** アスペルガー症候群 高機能自閉症 数理論理学 チャンネル理論 ATAC

はじめに

本稿で対象とするのは、言語の発達に遅れがない自閉症者（以後本稿では単に「自閉症者」と記す）とする [1][2][3]。自閉症者と定型発達者の間で、コミュニケーションが成り立たない場合がある。両者の間のコミュニケーション支援ツールとして携帯端末のアプリ等を作成して実装するための基礎を提供することを目指して、両者にコミュニケーションが成り立つ場合と成り立たない場合の違いについて、その論理の違いを説明できる数理モデルの構築を試みる。この数理モデル構築には数理論理学の手法を用いる。

まず、自閉症者と定型発達者の間のコミュニケーションの実例として2つの会話寸劇を示す。次にそのコミュニケーションを記述する数理モデルを提示して、それぞれの会話をその数理モデルで分析する。最後に、コミュニケーションが成り立つ場合と成り立たない場合の論理の違いを明らかにし、コミュニケーションが成り立つようにするには何が必要なのかを明らかにする。

本稿は、ATACカンファレンス京都2010において、「異分野との融合から生まれる科学 障害を数学で説明する」（三木、河野 [4]）と題して行ったセッションの内容とプロシーディングズに基づき再構成したものである。ATAC(Assistive Technology & Augmentative Communication)カンファレンスは、特定非営利活動法人 e-AT 利用促進協会が主催し、障害のある人や高齢者の自立した生活を助ける電子情報支援技術 (e-AT) とコミュニケーション支援技術 (AAC) の普及を目的として1996年より毎年開かれ、障害のある人や高齢者、その家族、教員、OT、PT、ST、施設指導員、看護師、ヘルパー、福祉機器販売関係者などが参加している。

コミュニケーションの例

自閉症者と定型発達者の間のコミュニケーションの実例として2つの会話寸劇「会話1」と「会話2」を示す。会話1は意思の疎通がとれず、会話が成立していない例であり、会話2は会話が成立している例である。この会話は架空の会社の定型発達の課長と自閉症の部下を想定している。

以下の会話中、《》の部分は声には出さずに思っていることで相手には聞こえていないことを示す。

\* 四條畷学園短期大学ライフデザイン総合学科

\*\* 東京大学先端科学技術研究センター

【会話1】

— 左右に分かれて、部屋の両袖から出てきて出会う。

コウノ君：課長、おはようございます。

ミキ課長：あ、おはよう。どうです？仕事に慣れたかな？

コウノ君：いえ、議事録がなかなかとれません。それと・・・

ミキ課長：そうか。何か困ったことがあったら、いつでも相談してくれたらいいから。

コウノ君：はい、それでは、私は今日の昼食、ナチュラルローソンで野菜のピッツァ風デニッシュと那須塩原低温殺菌牛乳にしようか、ル・プチメックのランチボックスにしようか、迷っています。どちらがいいでしょうか？

ミキ課長：《いや、そういう相談とは違うんだが...》・・・んん、そうだなあ、私ならローソンにするかなあ・・・。

コウノ君：そうか・・・、やっぱりピッツァ風デニッシュと那須塩原低温殺菌牛乳かなあ・・・。

ミキ課長：《ううん、これは・・・コウノ君と一度ゆっくり話をしないといかんなあ・・・そうだ》今度いっぺん、一緒にご飯を食べに行こうか？

コウノ君：私は、米は嫌いです、小麦食品が好きです。

ミキ課長：《いや「ご飯」て、コメのことと違うんだけどなあ...》・・・そうか、じゃあイタリア料理にでもしようか。

コウノ君：それと、今日と明日はプールに行く日なので行けません。来週のいつでしょうか？

ミキ課長：《いや、今すぐにとっているわけではないけどなあ...》・・・んんん・・・それじゃあ、君の予定と私の予定をつきあわせて決めないとね・・・。

コウノ君：私の予定表を今日中にお知らせします。

ミキ課長：《いや、だから今すぐにとっているんじゃないのになあ...》・・・ああ、わかった。

— そそくさと立ち去る。

コウノ君：さあ、予定表をプリントアウトしなくちゃ。

— はりきって立ち去る。

【会話2】

コウノ君：課長、おはようございます

ミキ課長：あ、おはよう。電話応答に慣れた？

コウノ君：いえ、緊張してしまい、言葉が出てこないことがあります。

ミキ課長：そうか、そんな時は「担当に代わりませう」と言ってから、隣に座っている山田君に代わってもらっていいよ。

コウノ君：はい、今度から、そうします。

ミキ課長：ところで、今日、昼食を一緒に食べに行こうか？

コウノ君：はい、お願いします。

ミキ課長：何か嫌いなものはあるかな？

コウノ君：はい、ご飯が苦手です。パンは好きです。

ミキ課長：じゃあ、パスタ料理でいいかな？

コウノ君：はい、お願いします。

『俺ルール』論理」と「常識的な論理」

自閉症者自らの著作（ニキ・リンコ [5][6][7]）によれば、自閉症者にはいわゆる『俺ルール』論理』があり、定型発達者の「常識的な論理」とは異なっていることが描出されている。その説明は非常に論理的であり、言語の意味に対する厳密さが顕著である。そこにはコンピューターを使った喩え話が効果的に使われているが、それは自閉症者が定型発達者よりも厳密に規則通りに言語を扱っていることと関連しているものと考えられる。

『俺ルール』論理』と「常識的な論理」は、どちらも同じ言語で記述しているのであるからその点で違いはない。2つの論理の間の違いを説明するには、言語の意味について考える必要がある。言語によるコミュニケーションで自閉症者と定型発達者との間に食い違いが生じるのは、自閉症者の外界に対する認知が定型発達者とは異なっていることに起因して、言語の意味や解釈が異なることがあるからと考え、これを定式化したい。その定式化のための数理モデルの構築には数理論理学の手法を用いる。この手法では、数学のある理論を表すために使う文字列・記号と記述規則を定義し、それにしたがって記述された表現を解釈する（何が成り立っているのかを決める）ための状況を定義する。

## 言語の表現と解釈

言語によるコミュニケーションの数理モデルの構築にはバーワイズとセリグマンによる枠組み (Barwise and Seligman [8]) を用いる。以下、その概要を示す。

この枠組では、二つの集合とその集合間の2項関係の集合により「分類」を定義する。二つの集合とは言語の表現の集合と言語の解釈を行う状況の集合である。言語の表現の集合を「タイプの集合」、それを解釈するための集合を「状況の集合」と呼ぶことにする。

自閉症者と定型発達者とが言語を介してコミュニケーションをとる場合、タイプの集合は同一であるが、状況の集合は異なっていると考えられる。

タイプの集合を言語の表現の集合としたとき、状況の集合として何の集合をとればよいだろうか。これはたとえばニキ・リンコの著作にあるような言語の表現から想起される「映像」のようなものの集合を考えることが可能だろう。定型発達者の発した言語の表現を受け取った自閉症者は、その表現から想起される映像をもとに言語を解釈していると考えてよいだろう。ニキ・リンコはこの「映像」を削除したり修正したりすることによって、定型発達者とのコミュニケーションを成り立たせてきた経緯を詳しく書いている。一方、逆に自閉症者が発した言語の表現を受け取った定型発達者も同様に解釈を行うものと考えてよいだろう。

このタイプの集合を使って、次のようにルールを表現する。タイプの部分集合  $A$  と  $B$  があつたとき、 $\langle A, B \rangle$  という組で「 $A$  のときには  $B$  である。」を表していると考える。部分集合の定義のとおり、 $A$  は要素を持たない空集合でも要素を一つだけ持つ集合であってもよい。このような組  $\langle A, B \rangle$  をルールと呼ぶこととする。ルール  $\langle A, B \rangle$  が成立する

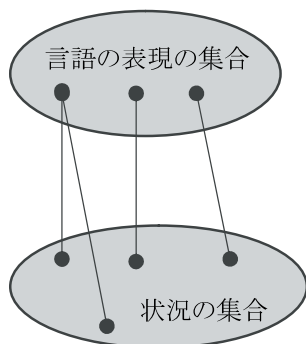


図 1

のは、「すべての状況に対して、 $A$  に含まれるすべてのタイプと関係があるならば  $B$  のあるタイプと関係があるときである」と定義する。

すべてのルールの集まりを「理論」と呼ぶ。ルールから数学で用いる推論規則によって得られたものもルールとなる。

『俺ルール』論理」と「常識的な論理」は、それぞれ「二つの集合とその間の関係」と「理論」を持っている。このような枠組みで両者の間のコミュニケーションを考える。

『俺ルール』論理」と「常識的な論理」はともに同一のタイプの集合を持つと仮定し、その仮定のもとで、それぞれの持つ理論の食い違う理由は、それぞれが持つ状況の違いとそれに伴うタイプと状況の関係の違いである。

状況は、タイプとの関係の有無の組み合わせで記述する。2次元の表を作り、縦方向の列にはタイプを、横方向の行には状況を割り当て、表のセルにはその行の状況がその列のタイプと関係があるとき1、関係がないとき0と記入して状況とタイプの関係を表す。タイプと状況の対応表を作成し以下に例示する。ここでは状況は抽象的に小文字のアルファベットで表す。

【会話1】で「今度いっぺん、一緒にご飯を食べに行こうか」という「常識的な論理」の言葉に対して、『俺ルール』論理」の返答は「私は、米は嫌いです」であり、「ご飯」を「米を炊飯したもの」という字義通りの解釈をしたという場面があつた。このとき関連するタイプと状況の関係は、『俺ルール』論理」では表1であり、「常識的な論理」では表2となる。タイプの集合を {ご飯, 副食, 会食, 親睦}, 状況の集合を {a, b, c, d, e, f, g} としている。

表 1 『俺ルール』論理」の状況表

	ご飯	副食	会食	親睦
a	1	0	0	0
b	0	1	0	0
c	0	0	1	0
d	0	0	0	1

『俺ルール』論理」では状況は {a, b, c, d} を持ち他の状況を持たないとする。この場合、ルールとして成り立つのは  $\langle \{\text{ご飯}\}, \{\text{ご飯}\} \rangle$ ,  $\langle \{\text{副食}\}, \{\text{副$

食}), <{会食}, {会食}>, <{親睦}, {親睦}> の4つのルールである。<{ご飯}, {ご飯}> は『『ご飯』は『ご飯』である』ということである。

表 2 「常識的な論理」の状況表

	ご飯	副食	会食	親睦
a	1	0	0	0
e	1	1	0	0
f	1	1	1	0
g	1	1	1	1

「常識的な論理」では状況は {a, e, f, g} を持ち、他の状況を持たないとする。

この場合ルールとしては、<{ご飯}, {ご飯, 副食, 会食, 親睦}> が得られる。これは『『ご飯』は『副食』でもあり、『会食』でもあり、『親睦』でもある』とことを表す。ご飯に行ったら、おかずを食べてもよいし、食事のことも指すし、人と一緒にご飯を食べることや、仲よくなることも指すということである。この場合、「常識的な論理」の表現を理解するためには、『『俺ルール』論理』に状況 e, f, g が加わる必要があるということになる。

表 3 食事の誘いに関する状況表

	誘う	即実施
h	1	1
i	1	0

会話1の後半で、ご飯を誘われたあとすぐに今日と明日の予定を話題にしている場面がある。このとき、双方の論理の状況とタイプの対応表はどのようなになっているのかを考える。タイプを{誘う, 即実施}として、表3のような状況とタイプの関係があるとする。この場合『『俺ルール』論理』には<{誘う}, {即実施}>という、「ご飯に誘われたら必ずそれは直ちに実施される」ということ意味する理論があるとすればよい。この場合『『俺ルール』論理』には状況に h があって i がない。「常識的な論理」ではお誘いは儀礼的で必ずしも実施されるとは限らないし、直ちに行われるわけでもない。「常識的な論理」には、h がなく、i がある。こ

の場合、「常識的な論理」の表現を理解するには、『『俺ルール』論理』から状況として h が捨て去られ、i が加わる必要がある。

会話2で話を通じたのは、両者の状況、状況と言葉の関係に違いがなかったからであり、したがってルールに違いがなかったからである。すなわち、タイプとして、{電話対応, 昼食, 嫌いなもの, パスタ料理}について、両者の状況の対応表に相違がなかったということである。

### 相互理解の成立の条件

『『俺ルール』論理』と「常識的な論理」の状況の違いを考えることによって、これまでに知られているコミュニケーションを成立させるための方法について、説明がつくことが二つある。

一つ目は、ニキ・リンコの著作に自閉症者と定型発達者とのコミュニケーションを成立させるための方法として「画像を消去する」という話がしばしば出てくるが、それはこの枠組みにおいて状況を捨て去ることに当てはまる。『『俺ルール』論理』には「常識的な論理」にはないルールがある。これは自閉症者の言葉に対する状況が定型発達者と比べて過剰になっていることが原因と考えられる。「画像を消去する」ことがコミュニケーション成立のために必要であることがこの枠組みで説明できる。

二つ目には、コミュニケーションを成立させるために、自閉症者に対して手順をわかりやすく提示して理解してもらうという方法があるが、そのような手順の提示という方法はこの枠組みにおいて状況を加えるということに当てはまる。それは、「常識的な論理」にはあって『『俺ルール』論理』にはないルールがあるが、これは言葉に対する状況が定型発達者と比べて不足していることが原因であると考えられるからである。

以上のことから、「常識的な論理」の表現を理解するには『『俺ルール』論理』の状況の集合に対して、

- ① 『『俺ルール』論理』で導かれる「俺ルール」を満たさないように、状況を追加する。
  - ② 「常識的論理」のルールを満たさない状況を削除し、「俺ルール」を満たす状況を削除する。
- という2つのことを行うよう自閉症者に促せばよいと言える。

また、会話2のようにコミュニケーションが成

立するには、『俺ルール』論理」の理論と「常識的論理」の理論が一致しているようなタイプを使って会話を組み立てればよいと言える。

### 数理モデルの応用の可能性

本稿で示した数理モデルの枠組みは次のような可能性を持つ。

1. この枠組みを使って、臨床家の助言・指導が根拠をもって説明できる。
2. 経験や職人的直感によらず自閉症者自身やその周りの定型発達者がお互いにコミュニケーション成立の方法を知ることができる。
3. 自閉症者の論理と定型発達者の論理の比較によって、定型発達者が無意識に使用している論理が明確に意識できるようになる。
4. 自閉症者と定型発達者の間でコミュニケーションが成り立たない場合に、両者の間のコミュニケーション支援ツールとして携帯端末のアプリ等を作成し実装するための基礎となる。

### おわりに

言語の発達に遅れがない自閉症者と定型発達者の間でコミュニケーションが成り立つ場合と成り立たない場合の違いについて、その論理の違いを説明できるように、数理論理学の手法を用いて数理モデルを提示した。

自閉症者と定型発達者の間のコミュニケーションの実例を挙げて、双方の論理を構築した数理モデルの枠組みで具体的に説明した。コミュニケーションが成り立つ場合と成り立たない場合が起こるのは、双方の論理から導かれる理論の相違によるものであり、それは状況と言語の関係から生じるものである。コミュニケーションが成り立つようにするため、両者の論理の違いに基づき、言語を解釈するための状況を新たに加えたり削除したりすることが必要である。このことを利用して、両者のコミュニケーションが成り立つための具体的な方法を説明でき、またその新たな方法を考えることができることを明らかにした。

### 参考文献

- [1] 杉山登志郎 (2007). 「発達障害の子どもたち」, 講談社.
- [2] 岡田尊司 (2009). 「アスペルガー症候群」, 幻冬舎.

- [3] 青木省三 (2013) 「ぼくらの中の発達障害」, 筑摩書房.
- [4] 三木大史 河野俊寛 (2010), ATAC Conference 2010 in Kyoto Proceedings p.129-130.
- [5] ニキ・リンコ (2005). 「俺ルール! 自閉は急に止まらない」, 花風社.
- [6] ニキ・リンコ, 藤家寛子 (2004). 「自閉っ子、こういう風にできてます!」, 花風社.
- [7] ニキ・リンコ (2007). 「自閉っ子、えっちらおっちら世を渡る」, 花風社.
- [8] Barwise, J., and Seligman, J. (1997). Information flow, Cambridge tracts in theoretical computer science 44, Cambridge University Press.

— 2014. 3. 10 受稿、2014. 3. 10 受理 —